

07/20/00
Jc715 U.S. PTO

Jc879 U.S. PTO
09/621140

09/20/00

**UTILITY PATENT
APPLICATION TRANSMITTAL**

(Only for new nonprovisional applications
under 37 CFR 1.53(b))

Attorney Docket No. **000866** Total Pages

First Named Inventor or Application Identifier

Takahito KUMAZAKI and Takeshi OHTA

Express Mail Label No.

Check Box if applicable [] Duplicate

APPLICATION ELEMENTS FOR:
LASER DEVICE

ADDRESS TO: Director of Patents and Trademarks
BOX PATENT APPLICATIONS
Washington, D.C. 20231

1. ☒ Fee Transmittal Form (Incorporated within this form)
(Submit an original and a duplicate for fee processing)
2. ☒ Specification Total Pages [16] (IN JAPANESE)
3. ☒ Drawing(s) (35 USC 113) Total Sheets [7]
4. ☒ Oath or Declaration Total Pages [4]
 - a. ☒ Newly executed (original)
 - b. ☐ Copy from prior application (37 CFR 1.63(d)
(for continuation/divisional with Box 17 completed).
 - i. ☐ Deletion of Inventor(s)
Signed statement attached deleting inventor(s) named in prior application,
see 37 CFR 1.63(d)(2) and 1.33(b).
 5. ☐ Incorporation by reference (useable if box 4b is checked)
The entire disclosure of the prior application, from which a copy of the oath or declaration is supplied under
Box 4b, is considered as being part of the disclosure of the accompanying application and is hereby
incorporated by reference therein.
6. ☐ Microfiche Computer Program (Appendix)
7. ☐ Nucleotide and/or Amino Acid Sequence Submission (if applicable, all necessary)
 - a. ☐ Computer Readable Copy
 - b. ☐ Paper Copy (identical to computer copy)
 - c. ☐ Statement Verifying identity of above copies

ACCOMPANYING APPLICATION PARTS

8. ☒ Assignment Papers (cover sheet and document(s))
9. ☐ 37 CFR 3.73(b) Statement (when there is an assignee) ☒ Power of Attorney

UTILITY PATENT
APPLICATION TRANSMITTAL

(Only for new nonprovisional applications
under 37 CFR 1.53(b))

Attorney Docket No. 000866

First Named Inventor or Application Identifier

Takahito KUMAZAKI and Takeshi OHTA

PAGE 2 OF 3

10. ☐ English translation Document (if applicable)

11. ☒ Information Disclosure Statement ☒ Copies of IDS Citations (PTO-1449 w/1 ref.)

12. ☐ Preliminary Amendment

13. ☒ Return Receipt Postcard (MPEP 503)

14. ☐ Small Entity Statement(s) ☐ Statement filed in prior application
Status still proper and desired.

15. ☐ Claim for Convention Priority ☐ Certified copy(ies) of Priority Document(s)

a. Priority of _____ application no. _____ filed on _____ is claimed under 35 USC 119.

The certified copies/copy have/has been filed in prior application Serial No. _____.

(For Continuing Applications, if applicable).

16. ☐ Other _____

17. If a CONTINUING APPLICATION, check appropriate box and supply the requisite information:

☐ Continuation ☐ Division ☐ Continuation-in-part (CIP) of prior application no. ____/____

| FEE TRANSMITTAL | Number Filed | Number Extra | Rate | Basic Fee |
|---------------------------------------|--------------|--------------|-----------|-----------|
| The filing fee is calculated below | | | | \$690.00 |
| Total Claims | 5 - 20 | | x \$18.00 | |
| Independent Claims | 4 - 3 | 1 | x \$78.00 | 78.00 |
| Multiple Dependent Claims | | | \$260.00 | |
| Basic Filing Fee | | | | 768.00 |
| Reduction by 1/2 for small entity | | | | |
| Fee for recording enclosed Assignment | | | \$40.00 | 40.00 |
| TOTAL | | | | \$808.00 |

UTILITY PATENT
APPLICATION TRANSMITTAL

(Only for new nonprovisional applications
under 37 CFR 1.53(b))

Attorney Docket No.

000866

First Named Inventor or Application Identifier

Takahito KUMAZAKI and Takeshi OHTA

PAGE 3 OF 3

[XX] A check in the amount of \$808.00 is enclosed to cover the filing fee of \$768.00 and the assignment recordation fee of \$40.00.

[] Please charge our Deposit Account No. 01-2340 in the total amount of _____ to cover the filing fee and the _____ assignment recordation fee. A duplicate of this sheet is attached.

[XX] The Commissioner is hereby authorized to charge payment for any additional filing fees required under 37 CFR 1.16 or credit any overpayment to Deposit Account No. 01-2340. A duplicate of this sheet is attached.

18. CORRESPONDENCE ADDRESS

ARMSTRONG, WESTERMAN, HATTORI
McLELAND & NAUGHTON
1725 K Street, N.W. Suite 1000
Washington, D.C. 20006
Telephone: (202) 659-2930
Facsimile: (202) 887-0357

SUBMITTED BY

Typed or Printed Name Mel R. Quintos

Reg. No. 31,898

Signature

Mel R. Quintos

Date: July 20, 2000

MRQ/yap

レーザ装置

技術分野

本発明はレーザ装置に係り、特にレーザ光のビーム形状を所望の形状に整形する光学素子を有するレーザ装置に関する。

背景技術

従来から、狭帯域化されたエキシマレーザ装置やフッ素レーザ装置において、レーザ光の断面形状を所定の形状に整形するためのスリットが知られており、例えば日本特許登録番号2531788号公報に示されている。図12は、従来技術に係るエキシマレーザ装置の構成を示している。尚、図12は、前記公報に記載された図面に対し、左右反転して記載されている。また、図12においてはエキシマレーザ装置1を上方から見ており、以下の説明においては、図12における紙面上下方向を横方向、紙面に垂直な方向を縦方向と言う。

図12において、エキシマレーザ装置1は、レーザ媒質であるレーザガスを所定の圧力比で密封したレーザチャンバ2を備えており、レーザチャンバ2の内部には、放電電極5、5が、前記縦方向に対向して配設されている。そして、図示しない高圧電源から前記放電電極5、5間に高電圧を印加して放電を起こし、放電領域18でレーザ媒質を励起してレーザ光11を発振させている。

レーザチャンバ2内で励起されたレーザ光11は、リアウィンドウ9から後方（図12中左方）に出射し、グレーティング23によってレーザ光11のスペクトル幅が細くなるように狭帯域化される。狭帯域化されたレーザ光11は、リアウィンドウ9からレーザチャンバ2に再入射し、フロントウィンドウ7及びフロントミラー38を通過してエキシマレーザ装置1から出射し、図示しないステップ等の加工装置の加工用光源となる。

このとき、フロントミラー38のレーザチャンバ2側には、レーザ光11の一部を所定の比で部分反射し、残りのレーザ光11を透過して出射する部分反射コーティングが全面にわたって施され、部分反射部26を形成している。フロントミラー38で部分反射されたレーザ光11は、レーザチャンバ2内に戻り、放電

領域 18 内で放電によって再度増幅される。

また、レーザチャンバ 2 の前後には、矩形のフロント開口部 16 A 及びリア開口部 17 A をそれぞれ有するフロントスリット 16 及びリアスリット 17（前記公報においては“アパーチャ”として記載されている）が配設されている。かかる従来技術においては、フロントスリット 16 及びリアスリット 17 がレーザ光 11 のビーム形状を所望の形状に整形する光学素子に相当する。

エキシマレーザ装置 1 は、レーザ光 11 の断面形状を加工装置が要求する形状に合わせるため、前記スリット 16、17 によってレーザ光 11 の一部をカットし、レーザ光 11 の断面形状を開口部 16 A、17 A の形状に整形している。以下、レーザ光 11 の断面形状を、ビーム形状と言う。

またリアスリット 17 は、後方へ進行するレーザ光 11 のビーム形状を整形することにより、レーザ光 11 がグレーティング 23 の端部に当たることによって生じる波面の乱れを防止している。

しかしながら、前記従来技術には、次に述べるような問題がある。

図 13 に、図 12 における 13-13 視図を示す。尚、前記横方向は図 13 中では左右方向として表している。フロントウィンドウ 7 は、記載を省略している。また、図 14 に、エキシマレーザ装置 1 のフロント及びリアのウィンドウ 7、9 付近の詳細な構成を示す。

図 13 に示すように、従来技術に係るフロント開口部 16 A 及びリア開口部 17 A は、いずれもレーザ媒質を励起する放電領域 18 よりも狭いものとなっている。これにより、放電電極 5、5 の消耗等によって放電領域 18 の形状が変動しても、開口部 16 A、17 A を通過するレーザ光 11 は、安定なビーム形状を得ることが可能となっている。

ところが、開口部 16 A、17 A を放電領域 18 よりも狭いものとした結果、図 14 に示すように、開口部 16 A、17 A よりも外周側の放電領域 18 で発振した余剰レーザ光 11 A は、スリット 16、17 でカットされる。従って、放電領域 18 に投入された放電エネルギーのうち、一部が熱等の損失となってレーザ光 11 として取り出されず、エキシマレーザ装置 1 の効率を低下させているという問題がある。

また図14に示すように、余剰レーザ光11Aは、スリット16、17の開口部16A、17A近傍に照射される。そのため、スリット16、17の開口部16A、17A近傍の温度が上昇して開口部16A、17A内部の気体の屈折率が変動し、レーザ光11の波面が乱れるという問題がある。さらに、スリット16、17の開口部16A、17A近傍で発生する熱でスリット16、17が熱を帯び、そこから不純物が発生して他の光学部品が汚損されるという問題がある。

さらにリアスリット17においては、図14に示すように、リア開口部17Aがフロント開口部16Aよりも小さくなっている。これにより、フロントミラー38で部分反射され、フロント開口部16Aを通して放電領域18に戻ったレーザ光11の一部11Cが、リア開口部17Aを通ることができずにカットされ、いっそう損失が大きくなる。

発明の要約

本発明は、かかる技術の問題点を解消するためになされたものであり、効率良くレーザ光を発振させ、かつ常に安定なビーム形状を得ることの可能なレーザ装置を提供することを目的としている。

上記の目的を達成するために、本発明に係るレーザ装置の第1は、レーザ媒質を増幅してレーザ光を発振させる増幅部と、増幅部で発振したレーザ光の一部を分離し、レーザ光のビーム形状を所望の形状に整形して出射する光学素子とを備えるレーザ装置において、

前記光学素子は、略中央部に設けられ、レーザ光を部分反射する部分反射部及びレーザ光を高透過率で透過する無反射部の少なくともいずれか一方と、部分反射部又は無反射部の外周に設けられてレーザ光を高反射率で反射する全反射部とを有する構成としている。

かかる構成により、レーザ光を光学素子の部分反射部又は無反射部を通過させることによって、出射するレーザ光のビーム形状を部分反射部又は無反射部の形状に整形している。そして、光学素子によって分離された再生レーザ光は、全反射部で高反射率で反射されて増幅部に戻り、レーザ発振に寄与する。従って、分

離されたレーザー光のエネルギーが失われることなく、励起のために投入したエネルギーに対するレーザー装置のエネルギー効率が向上する。

本発明に係るレーザー装置の第2は、

レーザー媒質を増幅してレーザー光を発振させる増幅部を備えるレーザー装置において、

略中央部に設けられてレーザー光を部分反射する部分反射部と、部分反射部の外周に設けられてレーザー光を高反射率で反射する全反射部とを有するフロントミラーを備え、

フロントミラーが、増幅部で発振したレーザー光の一部を分離し、レーザー光のビーム形状を所望の形状に整形して出射する構成としている。

かかる構成により、フロントミラーの略中央に設けられた部分反射部からレーザー光を出射させることにより、レーザー光のビーム形状が整形される。そして、部分反射部の外周に全反射部を設けているので、部分反射部よりも外周を通るレーザー光は全反射部で高反射率で反射して増幅部に戻り、再度レーザー発振に寄与する。従って、レーザー光のエネルギー損失が減少し、レーザー装置のエネルギー効率が向上する。

さらに、従来技術においてフロントミラーとレーザーチャンバとの間に配置されていたフロントスリットの役割を、本発明においてはフロントミラーが兼ねるので、フロントスリットが不要となり、部品点数が少なくなる。また、フロントスリットを配置する必要がなくなってフロントミラーとレーザーチャンバとの間の距離を狭められるので、レーザー装置の共振器長が短くなる。これにより、レーザー装置が小型化するとともに、共振器内での損失が少なくなって、レーザー光のパワーが増加する。

本発明に係るレーザー装置の第3は、

レーザー媒質を増幅してレーザー光を発振させる増幅部を備えるレーザー装置において、

略中央部に設けられてレーザー光を高透過率で透過する無反射部と、無反射部の外周に設けられてレーザー光を高反射率で反射する全反射部とを有するプリズムを備え、

プリズムが、増幅部で発振したレーザ光の一部を分離し、レーザ光のビーム形状を所望の形状に整形して出射する構成としている。

かかる構成によれば、レーザ光をプリズムの無反射部を透過させることにより、ビーム形状が整形され、全反射部に入射したレーザ光は分離されて除去される。従って、従来から一般的な構成である“レーザチャンバとプリズムとの間に配置されるリアスリット”の役割を、本発明においてはプリズムが兼ねるので、リアスリットが不要となって部品点数が減少する。また、これによって共振器長が短くなり、レーザ装置が小型化するとともに、共振器内での損失が少なくなって、レーザ光のパワーが増加する。尚、上記第2構成のフロントミラーを更に備える構成としてもよい。かかる構成により、上記第2構成と同様な作用効果が加わる。

本発明に係るレーザ装置の第4は、
レーザ媒質を増幅してレーザ光を発振させる増幅部と、
増幅部を挟んで配設され、発振したレーザ光の一部をレーザ光から分離してビーム形状を所望の形状に整形して出射するフロントスリット及びリアスリットと、
増幅部で発振したレーザ光を部分透過させて出射するフロントミラーとを備えるレーザ装置において、

前記フロントミラーは、
略中央部に形成され、レーザ光の透過率が低い低透過部と、
低透過部の外周に形成され、レーザ光の透過率が高い高透過部とを有する構成としている。

かかる構成によれば、フロントスリットの開口部を通過したレーザ光のうち、従来はフロントミラーで部分反射されて、リアスリットによってカットされていた成分が、フロントミラー外周部の透過率が高い部分を通過して外部に出射するようになる。従って、リアスリットでカットされていた成分が減少するので、レーザ光のエネルギー損失が減少し、レーザ装置のエネルギー効率が向上する。

図面の簡単な説明

図1は、本発明の第1実施形態に係るエキシマレーザ装置の構成を示す説明図

である。

図 2 は、図 1 の 2 - 2 視説明図である。

図 3 は、図 1 の Q 部詳細図である。

図 4 は、第 1 実施形態に係るエキシマレーザ装置の他の構成例を示す説明図である。

図 5 は、本発明の第 2 実施形態に係るエキシマレーザ装置の構成を示す説明図である。

図 6 は、図 5 の 6 - 6 視図である。

図 7 は、図 5 の 7 - 7 視図である。

図 8 は、本発明の第 3 実施形態に係るエキシマレーザ装置の構成を示す説明図である。

図 9 は、図 8 における 9 - 9 視図である。

図 10 は、本発明の第 4 実施形態に係るフロントミラーの説明図である。

図 11 は、第 4 実施形態に係るエキシマレーザ装置の構成を示す説明図である。

図 12 は、従来技術に係るエキシマレーザ装置の構成を示す説明図である。

図 13 は、図 12 の 13 - 13 視図である。

図 14 は、図 12 のエキシマレーザ装置における、フロント及びリアのウィンドウ付近の詳細な構成を示す説明図である。

発明を実施するための最良の形態

以下、図を参照しながら、本発明に係る実施形態を詳細に説明する。

まず、第 1 実施形態を説明する。図 1 は、第 1 実施形態に係るエキシマレーザ装置の構成を示している。尚、図 1 においてはエキシマレーザ装置 1 を上方から見ている。

図 1 において、エキシマレーザ装置 1 は、レーザ媒質であるレーザガスを所定の圧力比で密封した、レーザチャンバ 2 を備えている。レーザチャンバ 2 の内部には、放電電極 5、5 が、縦方向に対向して配設されている。そして、図示しない高圧電源から、放電電極 5、5 間に高電圧を印加して放電領域 18 で放電を起

こし、レーザ媒質を励起してレーザ光 1 1 を発振させている。放電領域 1 8 は、エキシマレーザ装置 1 の増幅部となっている。

レーザチャンバ 2 内で発振したレーザ光 1 1 は、リアウィンドウ 9 から後方（図 1 中左方）に出射し、プリズム 2 2、2 2 でビーム幅を拡げられ、グレーティング 2 3 によって波長のスペクトル幅が細くなるように狭帯域化される。狭帯域化されたレーザ光 1 1 は、リアウィンドウ 9 からレーザチャンバ 2 に再入射し、フロントウィンドウ 7 を通過し、フロントミラー 8 で部分反射される。部分反射されたレーザ光 1 1 の一部はレーザチャンバ 2 に戻って放電領域 1 8 で再増幅され、残りのレーザ光 1 1 はエキシマレーザ装置 1 から出射し、図示しないステップ等の加工装置の加工用光源となる。

図 2 に、図 1 の 2-2 視図を示す。図 2 において、外縁部が円形形状をしたフロントミラー 8 のレーザチャンバ 2 側表面の略中央部には、レーザ光 1 1 を所定の比で部分反射して残りを透過する部分反射コーティングが矩形に施され、部分反射部 2 6 を形成している。また、部分反射部 2 6 の周囲には、レーザ光 1 1 を高反射率で反射する全反射コーティングが施されて、全反射部 2 7 を形成している。このとき、高反射率としては、90%以上の反射率であることが好ましい。さらには、反射率が高いほどレーザ光 1 1 の損失が少なくなるので、反射率が高いほど（100%に近づくほど）よい。

図 3 に、図 1 の Q 部詳細図を示す。図 3 において、フロントミラー 8 の部分反射部 2 6 を透過したレーザ光 1 1 は、部分反射部 2 6 の形状に整形されて前方（図 3 中右方向）へ出射する。一方、レーザ光 1 1 の外周部を通る成分 1 1 B は、フロントミラー 8 の全反射部 2 7 に反射され、再生レーザ光 1 1 B としてレーザチャンバ 2 の内部へと戻る。そして、再び放電領域 1 8 内で放電によって増幅された後、レーザ光 1 1 として出射する。このとき、フロントミラー 8 の全反射部 2 7 の反射率が高いほど、レーザ光 1 1 の損失が少なくなり、エネルギー効率が向上する。

以上説明したように第 1 実施形態によれば、フロントミラー 8 の略中央部にレーザ光 1 1 の一部を反射する部分反射部 2 6 を設け、部分反射部 2 6 の外周にレーザ光 1 1 を高反射率で反射する全反射部 2 7 を設けている。これにより、レー

ザ光 1 1 は部分反射部 2 6 を透過し、部分反射部 2 6 の形状に整形される。

そして、放電によって発振したレーザ光 1 1 のうち、出射されない再生レーザ光 1 1 B は、全反射部 2 7 に反射されてレーザチャンバ 2 内に戻り、放電領域 1 8 で再増幅される。従って、レーザ光 1 1 の一部が余剰レーザ光 1 1 A（図 1 4 参照）として捨てられるということがなく、放電に投入したエネルギーのうち、レーザ光 1 1 として取り出すことのできるエネルギーの割合が増加する。その結果、エキシマレーザ装置 1 のエネルギー効率が向上し、パワーの増加に繋がる。

即ち、本実施形態のフロントミラー 8 は、上記従来のフロントミラー 3 8 と異なり、通常のフロントミラー 3 8 としての機能と、レーザ光 1 1 のビーム形状を所望の形状に整形する光学素子（例えば、図 1 2 のフロントスリット 1 6）としての機能とを備えている。これにより、フロントスリット 1 6 が不要となり、部品点数が減少すると共に、グレーティング 2 3 とフロントミラー 8 との間の共振器長が短くなる。これにより、エキシマレーザ装置 1 が小型化する。しかも、放電領域 1 8 が同じで共振器長が短くなることにより、出射するレーザ光 1 1 のパワーが増大する。また、部分反射部 2 6 及び全反射部 2 7 をコーティングによって形成しているのでいずれもレーザ光 1 1 を吸収しないように形成可能であり、両者の境界に熱が集中するようなことがない。即ち、レーザ光 1 1 の波面が乱れるようなことがない。

またこのとき、フロントミラー 8 のレーザチャンバ 2 側の表面形状を、所定の曲率半径を有する凹面とするとよい。凹面にすることにより、フロントミラー 8 の全反射部 2 7 で反射した再生レーザ光 1 1 B が回折により広がって放電領域 1 8 から外へ出て行くということを防止できるので、より多くの再生レーザ光 1 1 B を放電領域 1 8 内に戻すことが可能である。

さらには図 4 に示すように、全反射部 2 7 で反射した再生レーザ光 1 1 B がすべてリア開口部 1 7 A の中に入るように、フロントミラー 8 の曲率半径を定めるとよい。このように曲率半径を定めることにより、全反射部 2 7 で反射した再生レーザ光 1 1 B が、すべてグレーティング 2 3 に入射し、リアスリット 1 7 等でカットされることがなくなる。従って、再生レーザ光 1 1 B がすべて出射レーザ光 1 1 のパワーに寄与するので、さらに損失が減少してエネルギー効率がよくな

る。尚、フロントミラー 8 の曲率半径を小さくし過ぎると、上側の曲面で反射した破線で示す余剰レーザ光 11A がリアスリット 17 の下部でカットされるので、フロントミラー 8 の曲率半径を小さくし過ぎないようにする必要がある。

フロントミラー 8 の横方向及び縦方向を同一曲率半径の曲面とするのではなく、片方の方向のみを曲面とするシリンドリカル形状にしてもよく、或いは横方向の曲率半径と縦方向の曲率半径とが異なるトロイダル形状としてもよい。また、曲面形状は球曲面に限るものでなく、非球面形状としてもよい。

全反射部 27 と部分反射部 26 とを製作する手段は、コーティングに限られるものではない。また、フロントミラー 8 のレーザチャンバ 2 側にコーティングを施すように説明したが、これに限られるものではなく、レーザチャンバ 2 と反対側に施してもよい。さらに、フロントミラー 8 の外縁部形状は、円形に限られるものではない。例えば図 2 に破線 8 で示したように、外縁部形状を部分反射部 26 と四辺が平行な四角形とする場合、部分反射部 26 の傾きを容易に知ることができ、部分反射部 26 を放電領域 18 及び放電電極 5, 5 に位置合わせするのが容易である。

次に、第 2 実施形態を説明する。図 5 に、第 2 実施形態に係るエキシマレーザ装置 1 の構成を示す。図 6 に、図 5 の 6-6 視図を、図 7 に図 5 の 7-7 視図を示す。

図 6 において、フロントミラー 8 の横方向略中央部には、縦方向に伸びた帯状の部分反射コーティングが施されて部分反射部 26 を形成し、部分反射部 26 の左右両側には、全反射コーティングが施されて全反射部 27 を形成している。

図 5、図 7 に示すように、レーザチャンバ 2 とフロントミラー 8 との間には、フロント開口部 16A を有するフロントスリット 16 が配置されている。フロント開口部 16A の横方向寸法は、フロントミラー 8 の部分反射部 26 の横幅よりも広く、縦方向寸法は、所望するビーム形状の縦方向寸法に一致するようになっている。

図 7 に示すように、レーザ光 11 は、横方向をフロントミラー 8 の部分反射コーティングの横方向幅で、縦方向をフロント開口部 16A の縦方向幅で、それぞれ制限され、ビーム形状を決定される。従って図 5、図 7 に示すように、部分反

射部 26 よりも横方向左右にはみ出した放電領域 18 で発振したレーザ光 11 は、フロントミラー 8 の全反射コーティングに反射されて放電領域 18 に戻り、再生レーザ光 11 B となる。これに対し、フロント開口部 16 A よりも縦方向上下にはみ出した放電領域 18 で発振したレーザ光 11 は、フロントスリット 16 でカットされ、余剰レーザ光 11 A として捨てられる。

従って、第 2 実施形態によれば、フロントスリット 16 でカットされる余剰レーザ光 11 A の分だけ、第 1 実施形態に係るエキシマレーザ装置 1 よりもエネルギー効率が低下している。しかしながら、第 1 実施形態においては、フロントミラー 8 の部分反射部 26 の位置を、レーザチャンバ 2 の内部の放電領域 18 に対して横方向及び縦方向ともに位置合わせしなければならず、位置合わせに時間と手間とがかかる。

これに対して第 2 実施形態では、まずフロントミラー 8 と放電領域 18 とを横方向に対して位置合わせし、これとは独立にフロントスリット 16 と放電領域 18 とを縦方向に対して位置合わせすればよく、位置合わせが容易であるという特長がある。尚、当該位置合わせにおいては、レーザ光軸を合わせるために、まずフロントミラー 8 の位置合わせを行なう。そして、フロントミラー 8 の配置に合致するようにレーザチャンバ 2 設置位置を調整することにより、フロントミラー 8 と放電領域 18 とを横方向に対して位置合わせする。そして、フロントスリット 16 と放電領域 18 とを、縦方向に対して位置合わせしている。さらに、フロントミラー 8 の部分反射部 26 を帯状に形成しているので、部分反射部 26 を矩形に形成するのに比べて例えばコーティング時にマスキングの手間が軽減し、フロントミラー 8 の製作が容易である。

次に、第 3 実施形態を説明する。図 8 に、第 3 実施形態に係るエキシマレーザ装置 1 の構成を示す。図 8 において、レーザチャンバ 2 の後方には、第 1、第 2 プリズム 22 A、22 B が配置されている。図 9 に、図 8 における 9-9 視図を示す。図 9 に示すように、第 1 プリズム 22 A のレーザチャンバ 2 に向いた面の略中央部には、レーザ光 11 を高透過率で透過する長方形の無反射コーティングが施されており、無反射部 28 を形成している。そして、無反射部 28 の外周には全反射コーティングが施され、全反射部 27 を形成している。

尚、無反射部 28 は、無反射コーティングを施さずに形成してもよい。例えば、プリズム 22 A の材質として高透過率の CaF_2 を使用することにより、無反射部 28 は無反射コーティングを省略できる。この場合、無反射コーティングを施さずに無反射部 28 を形成するので、レーザ光 11 の照射によって無反射コーティングが劣化するということがなく、レーザ光 11 に対するプリズム 22 A の耐性が向上する。

また、無反射部 28 の反射率は、5%以下であることが望ましい。例えば無反射コーティングを施さずに無反射部 28 を形成する場合に、プリズム 22 A の材質が CaF_2 でレーザ光 11 の波長がフッ素レーザ装置から発振する波長 157nm であったとすると、プリズム 22 A のフレネル反射率が 4.8% である。従って、このフレネル反射率よりも低い反射率とすることにより、レーザ光 11 の損失を小さくして、エキシマレーザ装置 1 のエネルギー効率をより向上させられる。

これにより、第 1 プリズム 22 A に入射したレーザ光 11 のうち、無反射部 28 を通る成分は無反射部 28 と同じ形状に整形される。これに対し、レーザ光 11 の周辺部を通る成分は、全反射部 27 で反射して、余剰レーザ光 11 A となってレーザ光 11 の光路外へ除去される。

即ち、本実施形態の第 1 プリズム 22 A は、第 1 実施形態のプリズム 22 と異なり、通常のプリズム 22 としての機能と、レーザ光 11 のビーム形状を所望の形状に整形する光学素子（例えば、図 1 のリアスリット 17）としての機能とを備えている。このように、第 1 プリズム 22 A がリアスリット 17 の役割を果たすので、リアスリット 17 が不要となる。従って、第 1 実施形態に比して、共振器長を短くすることができるので、エキシマレーザ装置 1 が小型化するとともに、出射するレーザ光 11 のパワーが増大する。また従来技術のように、リアスリット 17 のリア開口部 17 A 近傍が熱せられて気体の屈折率の変動し、レーザ光 11 の波面が乱れるという問題も生じない。

尚、第 3 実施形態は、上記第 1 又は第 2 実施形態と同時に実施することが可能である。例えば、第 1 実施形態と同時に実施すれば、フロント及びリアのスリット 16、17 がいずれも不要となるので、共振器長がさらに短くなってエキシマ

レーザ装置 1 が小型化し、レーザ光 1 1 のパワーが増大する。また、第 2 実施形態と同時に実施すれば、第 2 実施形態の作用効果に加え、第 3 実施形態の作用効果が得られる。

次に、第 4 実施形態を説明する。図 1 0 に、第 4 実施形態に係るフロントミラー 8 を示す。フロントミラー 8 のレーザチャンバ 2 (図 1 1 参照) 側表面の略中央部には、部分反射コーティングが矩形に施されて、低透過部 2 9 を形成している。そして、低透過部 2 9 の外周には、低透過部 2 9 よりも透過率の高い部分反射コーティング又は無反射コーティングが施されて、高透過部 3 0 を形成している。

図 1 1 に、図 1 0 に示したフロントミラー 8 を使用したエキシマレーザ装置 1 の構成を示す。フロントスリット 1 6 のフロント開口部 1 6 A から出たレーザ光 1 1 のうち、略中央を通る成分 1 1 D は、低透過部 2 9 で一部が反射されてレーザチャンバ 2 内に戻り、放電領域 1 8 で再増幅される。また、フロント開口部 1 6 A の周縁部を透過する成分 1 1 E は、フロントミラー 8 の高透過部 3 0 を通過して、エキシマレーザ装置 1 の外部へ出射する。

以上説明したように第 4 実施形態によれば、フロント開口部 1 6 A の周縁部を通過したレーザ光 1 1 の成分 1 1 E は、フロントミラー 8 で反射されることなく、エキシマレーザ装置 1 の外部に取り出される。これにより、フロント開口部 1 6 A の周縁部を通過したレーザ光 1 1 の一部 1 1 C (図 1 4 参照) が、フロントミラー 8 で反射されてリアスリット 1 7 でカットされるという問題が生じない。従って、レーザ光 1 1 の損失が減少してエキシマレーザ装置 1 のエネルギー効率が向上する。

尚、低透過部 2 9 の形状及び大きさは、低透過部 2 9 で反射したレーザ光 1 1 D がすべてリア開口部 1 7 A を透過するように、フロント開口部 1 6 A よりも小さくするのが好ましい。これにより、レーザ光 1 1 の損失が最小になり、エネルギー効率が最もよくなる。必要に応じて、低透過部 2 9 の大きさは、リア開口部 1 7 A と略等しいとしてもよい。

また、グレーティング 2 3 の端部にレーザ光 1 1 が照射されるのを避けるため、リア開口部 1 7 A は特に横方向寸法に関してフロント開口部 1 6 A よりも小さ

く形成されている。従って、例えばフロントミラー 8 における低透過部 29 を図 6 における部分反射部 26 のように帯状に形成し、低透過部 29 の横幅をフロント開口部 16 A の横幅よりも小さくしてもよい。そして、低透過部 29 の左右両側に、図 6 における全反射部 27 のように高透過部 30 を形成してもよい。このように高透過部 30 を形成することにより、低透過部 29 を矩形に形成するのに比較して、フロントミラー 8 の製作が容易である。

尚、上記各実施例の説明においては、ビーム形状は長方形として説明したが、正方形、円形、或いは楕円形など、任意の形状に対して応用可能であり、加工装置の要求に従うようにすればよい。また、レーザ装置としてはエキシマレーザ装置 1 について説明したが、フッ素レーザ装置に対しても同様に適用される。更に、レーザ装置としては、放電励起レーザ装置に限らず、スリットを用いてビーム形状を整形するようなレーザ装置すべてに対して応用可能である。

請 求 の 範 囲

1. レーザ媒質を増幅してレーザ光を発振させる増幅部と、
前記増幅部で発振したレーザ光の一部を分離し、レーザ光のビーム形状を所望の
形状に整形して出射する光学素子とを備えるレーザ装置において、

前記光学素子は、

略中央部に設けられ、レーザ光を部分反射する部分反射部及びレーザ光を高透過
率で透過する無反射部の少なくともいずれか一方と、
前記部分反射部又は前記無反射部の外周に設けられてレーザ光を高反射率で反射
する全反射部とを有することを特徴とするレーザ装置。

2. レーザ媒質を増幅してレーザ光を発振させる増幅部を備えるレーザ装置にお
いて、

略中央部に設けられてレーザ光を部分反射する部分反射部と、前記部分反射部
の外周に設けられてレーザ光を高反射率で反射する全反射部とを有するフロント
ミラーを備え、

前記フロントミラーが、前記増幅部で発振したレーザ光の一部を分離し、レー
ザ光のビーム形状を所望の形状に整形して出射することを特徴とするレーザ装置
。

3. レーザ媒質を増幅してレーザ光を発振させる増幅部を備えるレーザ装置にお
いて、

略中央部に設けられてレーザ光を高透過率で透過する無反射部と、前記無反射
部の外周に設けられてレーザ光を高反射率で反射する全反射部とを有するプリズ
ムを備え、

前記プリズムが、前記増幅部で発振したレーザ光の一部を分離し、レーザ光の
ビーム形状を所望の形状に整形して出射することを特徴とするレーザ装置。

4. 請求の範囲 3 記載のレーザ装置において、

略中央部に設けられてレーザ光を部分反射する部分反射部と、前記部分反射部の外周に設けられてレーザ光を高反射率で反射する全反射部とを有するフロントミラーを更に備え、

前記フロントミラーが、前記増幅部からのレーザ光の一部を分離し、レーザ光のビーム形状を所望の形状に整形して出射することを特徴とするレーザ装置。

5. レーザ媒質を増幅してレーザ光を発振させる増幅部と、
前記増幅部を挟んで配設され、発振したレーザ光の一部をレーザ光から分離してビーム形状を所望の形状に整形して出射するフロントスリット及びリアスリットと、

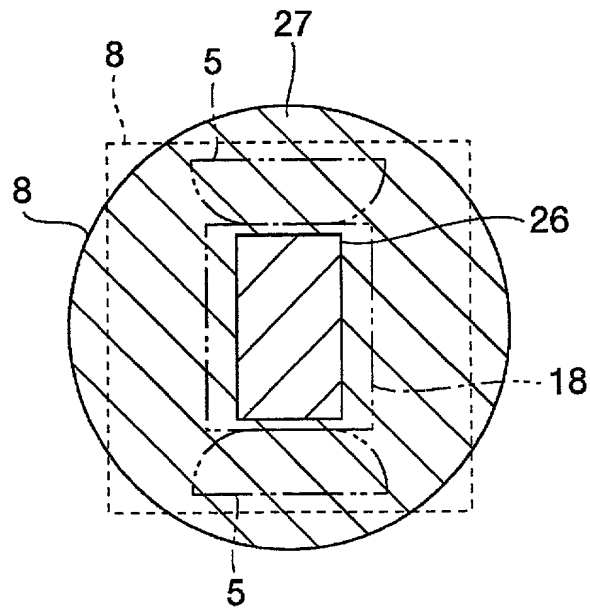
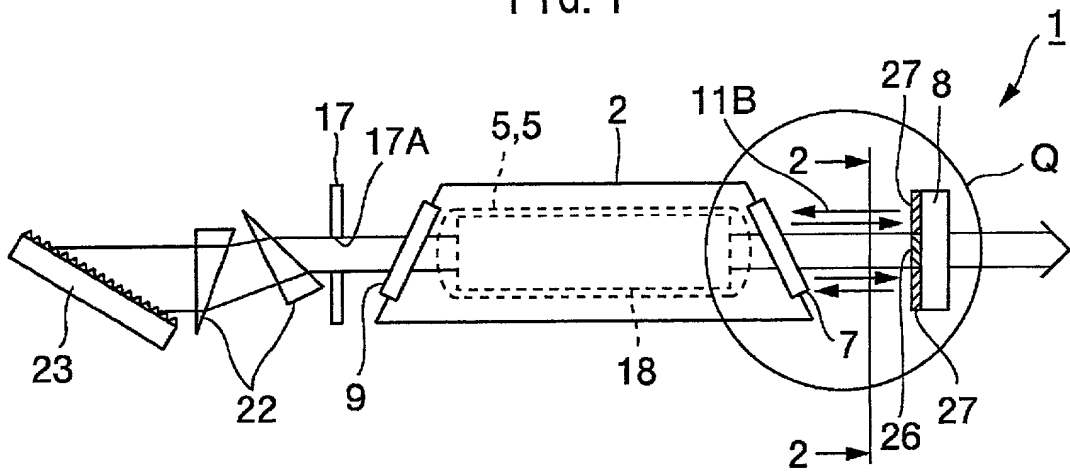
前記増幅部で発振したレーザ光を部分透過させて出射するフロントミラーとを備えるレーザ装置において、

前記フロントミラーは、
略中央部に形成され、レーザ光の透過率が低い低透過部と、
前記低透過部の外周に形成され、レーザ光の透過率が高い高透過部とを有することを特徴とするレーザ装置。

要約書

効率良くレーザ光を発振させ、かつ常に安定なビーム形状を得ることの可能なレーザ装置を提供する。このためレーザ装置は、レーザ媒質を増幅してレーザ光(11)を発振させる増幅部(18)と、発振したレーザ光(11)の一部を分離し、レーザ光(11)のビーム形状を所望の形状に整形して出射する光学素子とを備えるレーザ装置において、光学素子が、略中央部に設けられ、レーザ光(11)を部分反射する部分反射部(26)及びレーザ光(11)を高透過率で透過する無反射部(28)の少なくともいずれか一方と、部分反射部(26)又は無反射部(28)の外周に設けられてレーザ光(11)を高反射率で反射する全反射部(27)とを有している。

FIG. 1



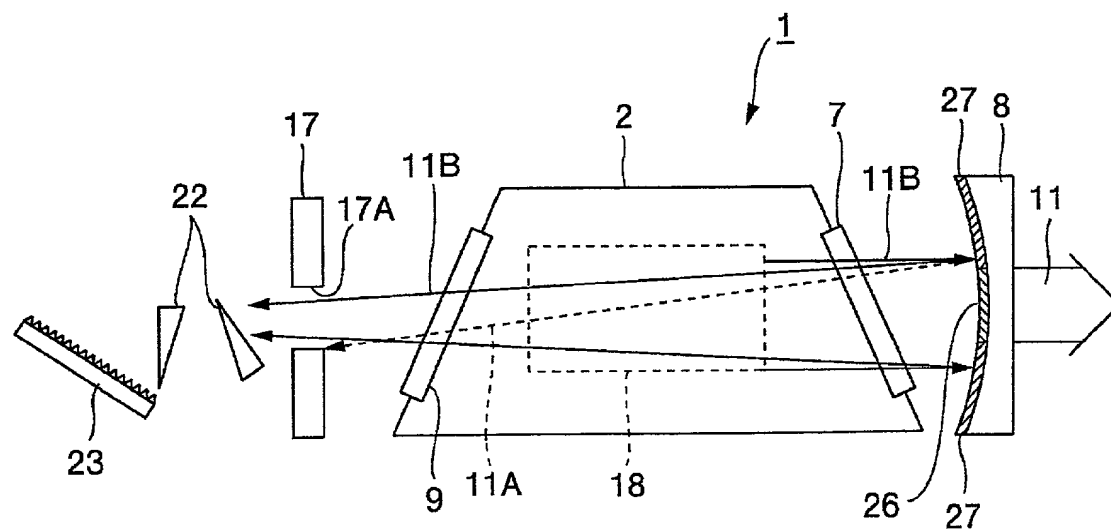
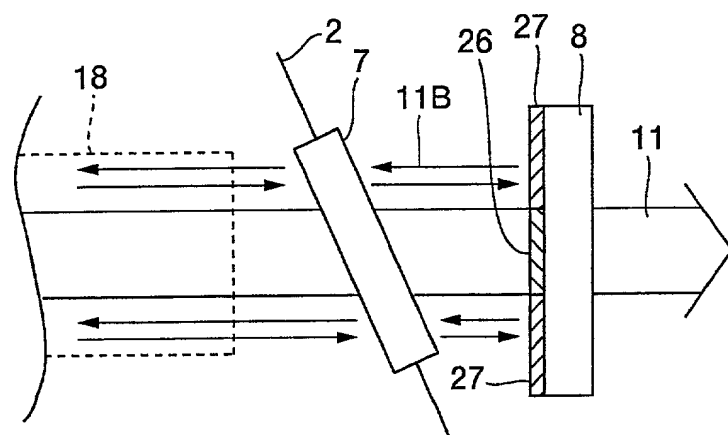


FIG. 5

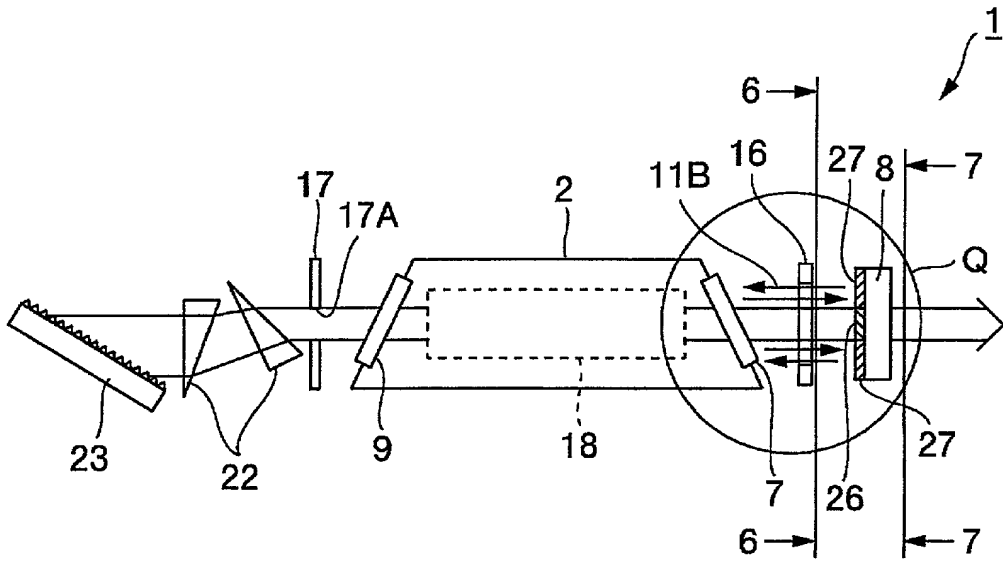


FIG. 6

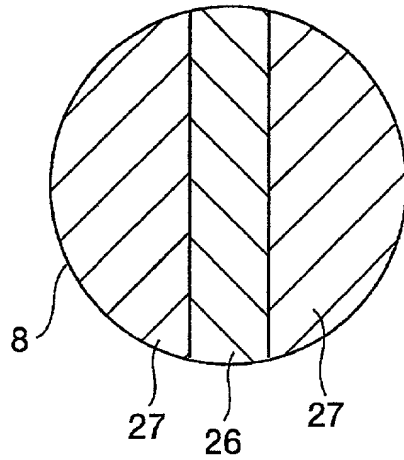


FIG. 7

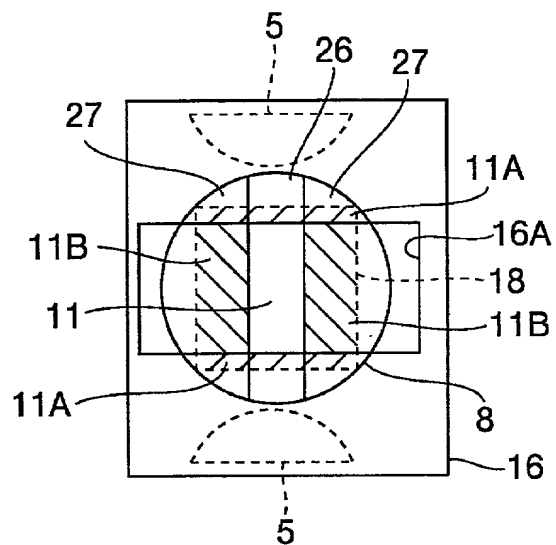


FIG. 8

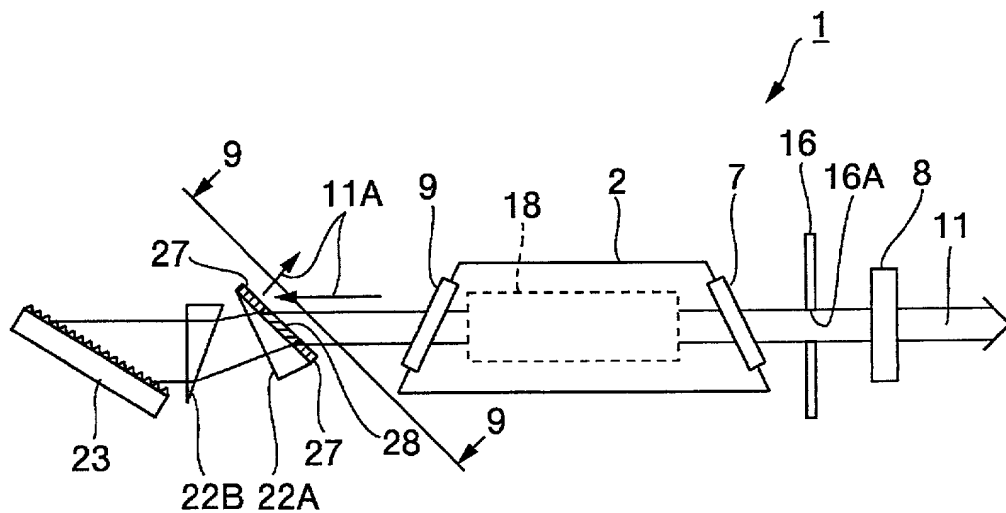


FIG. 9

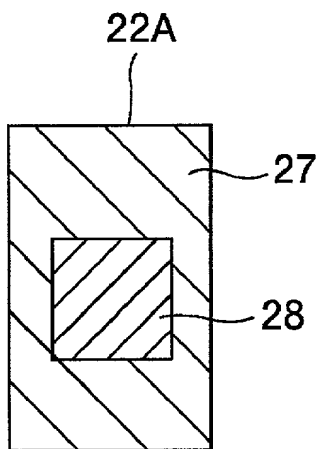


FIG. 10

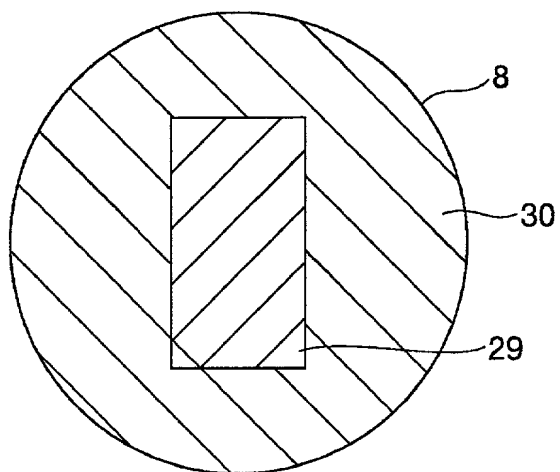


FIG. 11

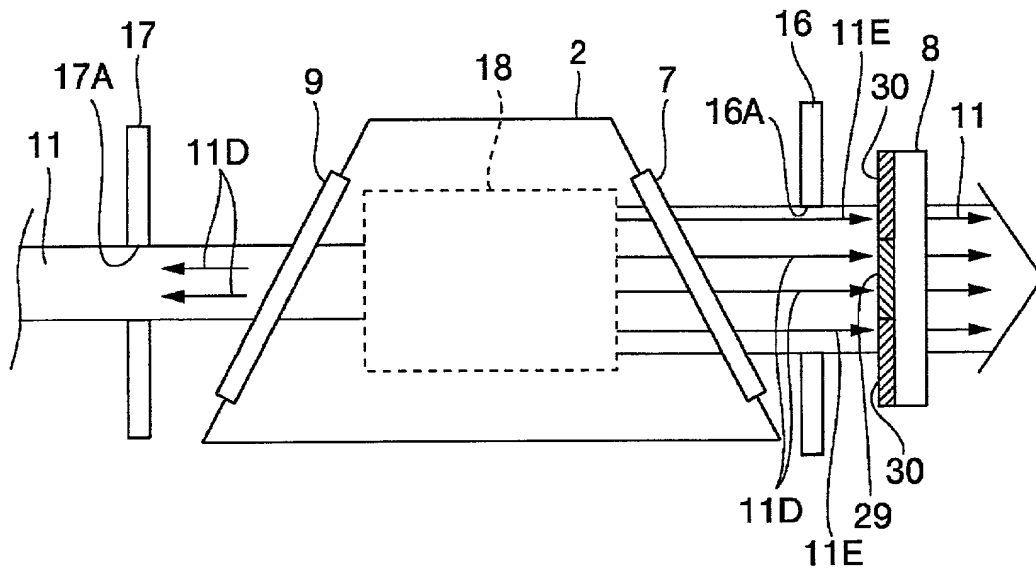
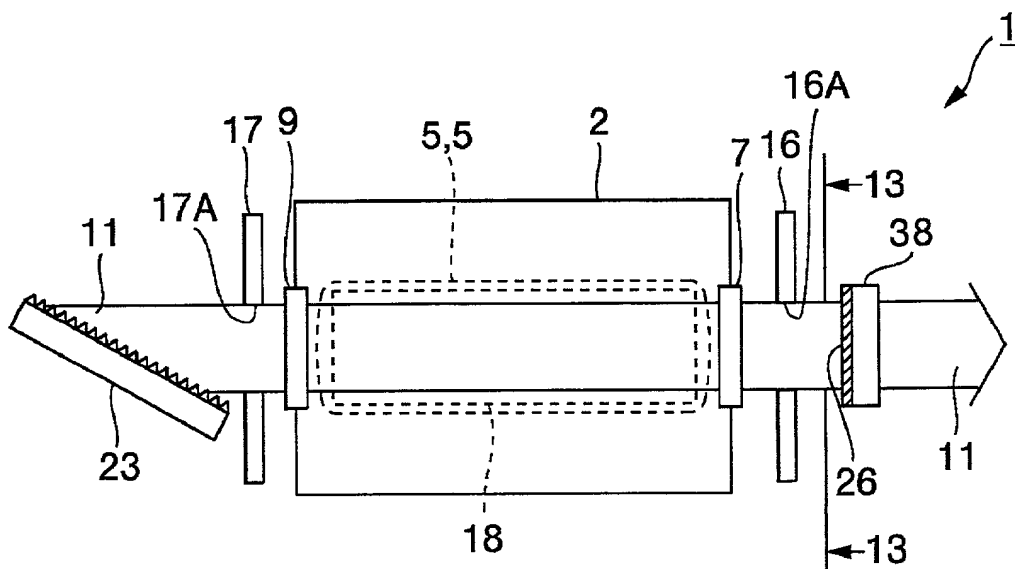
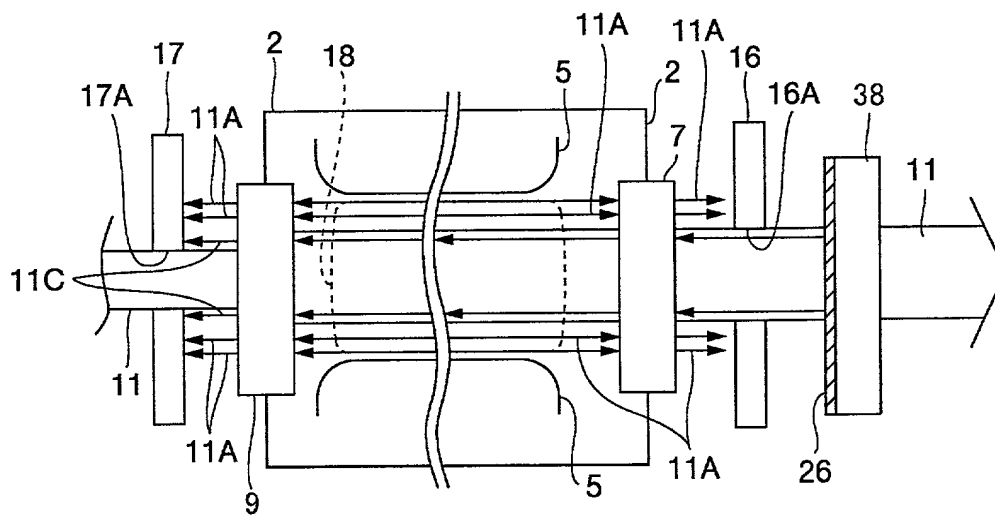


FIG. 12

従来技術





Declaration and Power of Attorney for U.S. Patent Application

特許出願宣言書及び委任状

Japanese Language Declaration

日本語宣言書

下記の氏名の発明者として、私は以下の通り宣言します。

As a below named inventor, I hereby declare that:

私の住所、私書箱、国籍は下記の私の氏名の後に記載された通りです。

My residence, post office address and citizenship are as stated next to my name.

下記の名称の発明に関して請求範囲に記載され、特許出願している発明内容について、私が最初かつ唯一の発明者（下記の氏名が一つの場合）もしくは最初かつ共同発明者であると（下記の名称が複数の場合）信じています。

I believe I am the original, first and sole inventor (if only one name is listed below) or an original, first and joint inventor (if plural names are listed below) of the subject matter which is claimed and for which a patent is sought on the invention entitled.

LASER DEVICE

上記発明の明細書（下記の欄で×印がついていない場合は、本書に添付）は、

the specification of which is attached hereto unless the following box is checked:

☐ ____月 ____日に提出され、米国出願または特許協定
条約国際出願番号を____とし、
（該当する場合）____に訂正されました。

☐ was filed on _____
as United States Application Number or
PCT international Application Number
_____ and was amended on
_____ (if applicable).

私は、特許請求範囲を含む上記訂正後の明細書を検討し、内容を理解していることをここに表明します。

I hereby state that I have reviewed and understand the contents of the above identified specification, including the claims, as amended by any amendment referred to above.

私は、連邦規則法典第37編第1条56項に定義されたとおり、特許資格の有無について重要な情報を開示する義務があることを認めます。

I acknowledge the duty to disclose information which is material to patentability as defined in Title 37, Code of Federal Regulations, Section 1.56.

Japanese Language Declaration

(日本語宣言書)

私は、米国法典第35編119条(a)-(d)項又は365条(b)項に基づき下記の、米国以外の少なくとも一カ国を指定している特許協力条約365(a)項に基づく国際出願、又は外国での特許出願もしくは発明者証の出願についての外国優先権をここに主張するとともに、優先権を主張している、本出願の前に出願された特許または発明者証の外国出願を以下に、枠内をマークすることで、示しています。

Prior Foreign Application(s)
外国での先行出願

I hereby claim foreign priority under Title 35, United States Code, Section 119(a)-(d) or 365(b) of any foreign application(s) for patent or inventor's certificate, or 365(a) of any PCT international application which designated at least one country other than the United States, listed below and have also identified below, by checking the box, any foreign application for patent or inventor's certificate, or PCT international application having a filing date before that of the application on which priority is claimed.

Priority Not Claimed
優先権主張なし

(Number)
(番号)

(Country)
(国名)

(Day/Month/Year Filed)
(出願年月日)

(Number)
(番号)

(Country)
(国名)

(Day/Month/Year Filed)
(出願年月日)

私は、第35編米国法典119条(e)項に基づいて下記の米国特許出願規定に記載された権利をここに主張いたします。

I hereby claim the benefit under Title 35, United States Code, Section 119(e) of any United States provisional application(s) listed below.

(Application No.)
(出願番号)

(Filing Date)
(出願日)

(Application No.)
(出願番号)

(Filing Date)
(出願日)

私は、下記の米国法典第35編120条に基づいて下記の米国特許出願に記載された権利、又は米国を指定している特許協力条約365条(c)に基づく権利をここに主張します。また、本出願の各請求範囲の内容が米国法典第35編112条第1項又は特許協力条約で規定された方法で先行する米国特許出願に開示されていない限り、その先行米国出願書提出日以降で本出願書の日本国内または特許協力条約国際提出日までの期間中に入手された、連邦規則法典第37編1条56項で定義された特許資格の有無に関する重要な情報について開示義務があることを認識しています。

I hereby claim the benefit under Title 35, United States Code, Section 120 of any United States application(s), or 365(c) of any PCT international application designating the United States, listed below and, insofar as the subject matter of each of the claims of this application is not disclosed in the prior United States or PCT international application in the manner provided by the first paragraph of Title 35, United States Code Section 112, I acknowledge the duty to disclose information which is material to patentability as defined in Title 37, Code of Federal Regulations, Section 1.56 which became available between the filing date of the prior application and the national or PCT international filing date of application.

(Application No.)
(出願番号)

(Filing Date)
(出願日)

(Status: Patented, Pending, Abandoned)
(現況: 特許許可済、係属中、放棄済)

(Application No.)
(出願番号)

(Filing Date)
(出願日)

(Status: Patented, Pending, Abandoned)
(現況: 特許許可済、係属中、放棄済)

私は、私自身の知識に基づいて本宣言書中で私が行う表明が真実であり、かつ私の入手した情報と私の信じることに基づく表明が全て真実であると信じていること、さらに故意になされた虚偽の表明及びそれと同等の行為は米国法典第18編1001条に基づき、罰金または拘禁、もしくはその両方により処罰されること、そしてそのような故意による虚偽の声明を行えば、出願した、又は既に許可された特許の有効性が失われることを認識し、よってここに上記のごとく宣誓を致します。

I hereby declare that all statements made herein of my own knowledge are true and that all statements made on information and belief are believed to be true; and further that these statements were made with the knowledge that willful false statements and the like so made are punishable by fine or imprisonment, or both, under Section 1001 of Title 18 of the United States Code and that such willful false statements may jeopardize the validity of the application or any patent issued thereon.

Japanese Language Declaration (日本語宣言書)

委任状: 私は下記の発明者として、本出願に関する一切の手続きを米特許商標局に対して遂行する弁護士または代理人として、下記の者を指名いたします。(弁護士、または代理人の氏名及び登録番号を明記のこと)

POWER OF ATTORNEY: As a named inventor, I hereby appoint the following attorney(s) and/or agent(s) to prosecute this application and transact all business in the Patent and Trademark Office connected therewith (list name and registration number)
See list of attorneys and/or agents on page 5.

書類送付先

Send Correspondence to:

ARMSTRONG, WESTERMAN, HATTORI,
McLELAND & NAUGHTON
1725 K Street, N.W., Suite 1000
Washington, D.C. 20006

直通電話連絡先: (名前及び電話番号)

Direct Telephone Calls to: (name and telephone number)

Telephone: (202)659-2930 Fax: (202)887-0357

| | |
|------------------------------|--|
| 唯一または第一発明者名 | Full name of sole of first inventor Takahito KUMAZAKI |
| 発明者の署名 熊崎 貴仁 日付 2000/7/11 | Inventor's signature Takahito Kumazaki Date July 11, 2000 |
| 住所 | Residence Hiratsuka-shi, JAPAN |
| 国籍 | Citizenship Japanese |
| 私書箱 | Post Office Address c/o Komatsu Ltd. Research Center, 1200, Manda, Hiratsuka-shi, KANAGAWA 254-8567 JAPAN |
| 第二共同発明者 | Full name of second joint inventor, if any Takeshi OHTA |
| 第二共同発明者の署名 太田 毅 日付 2000/7/12 | Second inventor's signature Takeshi Ohta Date July 12, 2000 |
| 住所 | Residence Oyama-shi, JAPAN |
| 国籍 | Citizenship Japanese |
| 私書箱 | Post Office Address c/o Komatsu Ltd. Research Center, 1200, Manda, Hiratsuka-shi, KANAGAWA 254-8567 JAPAN |

(第三以降の共同発明者についても同様に記載し、署名をすること)

(Supply similar information and signature for third and subsequent joint inventors.)

List of attorneys and/or agents

James E. Armstrong, III, Reg. No. 18,366; William F. Westerman, Reg. No. 29,988; Ken-Ichi Hattori, Reg. No. 32,861; Le-Nhung McLeland, Reg. No. 31,541; Ronald F. Naughton, Reg. No. 24,616; William G. Kratz, Jr., Reg. No. 22,631; Mel R. Quintos, Reg. No. 31,898; Donald W. Hanson, Reg. No. 27,133; Stephen G. Adrian, Reg. No. 32,878; Scott M. Daniels, Reg. No. 32,562; William L. Brooks, Reg. No. 34,129; John F. Carney, Reg. No. 20,276; Edward F. Welsh, Reg. No. 22,455; John P. Kong, Reg. No. 40,054; James E. Armstrong, IV, Reg. No. 42,266; Nicolas E. Seckel, Reg. No. 44,373; Raymond J. Ho, Reg. No. 41,838; Thomas E. Brown, Reg. No. 44,450; and James N. Baker, Reg. No. 40,899.

Rev. 3/00